

---

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>Bezeichnungen</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Ziel der Arbeit	1
1.2 Methodik	2
1.3 Gliederung	2
<b>2 Überblick zum Stand der Forschung</b>	<b>4</b>
2.1 Einführung	4
2.2 Grundlagen zum Tragverhalten teilflächenbelasteter Körper	6
2.2.1 Spannungszustände im Krafteinleitungsbereich	6
2.2.2 Spannungszustände im Bereich der Lastfläche	6
2.2.3 Spalt- und Randzugspannungen	8
2.3 Verlauf und Größe der Spaltzugspannungen und Spaltzugkräfte	9
2.3.1 Grundlagen	9
2.3.2 Ebener Fall der Teilflächenbelastung	9
2.3.3 Räumlicher Fall der Teilflächenbelastung	17
2.4 Modelle zur Bestimmung der Grenztragfähigkeit	22
2.4.1 Grundlagen	22
2.4.2 Empirische Modelle	23
2.4.3 Stabwerkmodelle	28
2.4.4 Modelle mit Versagen bei Erstrissbildung	34
2.4.5 Starr-plastische Bruchmodelle	35
2.4.6 Schlussfolgerungen	37
2.5 Einfluss der konstruktiven Bewehrungsdurchbildung	38
2.6 Tragmechanismen und Versagensarten	41
<b>3 Versuchsdatenbank</b>	<b>45</b>
3.1 Aufbau der Versuchsdatenbank	45
3.1.1 Motivation	45
3.1.2 Überblick und Definitionen	45
3.1.3 Einfluss der Körperschlankheit	49

3.2	Auswertung der Datenbank	50
3.2.1	Überblick über die Ziele der Auswertungen	50
3.2.2	Vergleich unbewehrter und bewehrter Probekörper des räumlichen Falls	51
3.2.3	Vergleich unbewehrter und bewehrter Probekörper des ebenen Falls	52
3.2.4	Einfluss der Größe der Spaltzugbewehrung auf die Grenztragfähigkeit	53
3.2.5	Einfluss der Bewehrung auf die Erstrissbildung	55
3.2.6	Vergleich mit empirischen Modellen zur Grenztragfähigkeit	57
<b>4</b>	<b>Untersuchungen zum Tragverhalten bei Erstrissbildung</b>	<b>61</b>
4.1	Grundlagen	61
4.2	Lastflächenspannung bei Erstrissbildung	61
4.2.1	Erkenntnisse aus experimentellen Untersuchungen	61
4.2.2	Rechnerische Bestimmung der Lastflächenspannungen bei Erstrissbildung	64
4.3	Spannungszustände bei eintretender Rissbildung und erforderliche Mindestbewehrung	67
<b>5</b>	<b>Auswirkung der Rissbildung in Krafteinleitungsbereichen</b>	<b>71</b>
5.1	Aufgabenstellung und Ziele	71
5.2	Rissbildung in teilflächenbelasteten Körpern	71
5.3	Tragmechanismen in gerissenen Bauteilen	72
5.3.1	Allgemeines	72
5.3.2	Steifigkeitsverringerng infolge der Einzelrissbildung	76
5.4	Numerische Berechnungen unter Berücksichtigung der absinkenden Bauteil-Querdehnsteifigkeit bei einer zentrischen Spaltrissbildung	82
5.4.1	Grundlagen	82
5.4.2	Modelle	83
5.4.3	Berechnungsergebnisse für ebene Fälle	84
5.4.4	Berechnungsergebnisse für räumliche Fälle	91
5.4.5	Ansatz zur Bestimmung der steifigkeitsabhängigen Spaltzugkraft	94
<b>6</b>	<b>Nichtlineare numerische Untersuchungen teilflächenbelasteter Körper</b>	<b>97</b>
6.1	Grundlagen	97
6.2	Modellbildung	99

6.3	Modellierung des Betonverhaltens	101
6.3.1	Materialverhalten unter ein- und mehraxialen Beanspruchungszuständen	101
6.3.2	Elasto-plastische Materialbeschreibung mit dem Fließkriterium nach DRUCKER-PRAGER	102
6.3.3	Parameter zur Materialmodellierung	106
6.3.4	Modellierung des unmittelbaren Bereichs der Krafteinleitung	113
6.3.5	Modellierung der Rissbildung	115
6.4	Modellierung der Bewehrung	116
6.5	Modellierung des Verbundverhaltens zwischen Betonstahlbewehrung und Betonmatrix	117
6.5.1	Grundlagen zum Verbund	117
6.5.2	Modellierung des Verbunds	117
6.6	Kalibrierung der Modelle	122
6.6.1	Allgemeines	122
6.6.2	Numerische Berechnung ausgewählter Versuchskörperscheiben zum ebenen Fall der Teilflächenbelastung	123
6.6.3	Numerische Berechnung ausgewählter Versuchskörperprismen zum räumlichen Fall der Teilflächenbelastung	132
6.7	Schlussfolgerung zur Modellierung	139
<b>7</b>	<b>Untersuchungen zur konstruktiven Durchbildung</b>	<b>140</b>
7.1	Grundlagen	140
7.1.1	Bedeutung der konstruktiven Durchbildung	140
7.1.2	Bewertungskriterien	140
7.2	Parameterstudie zur konstruktiven Durchbildung	142
7.2.1	Modell und berechnete Varianten	142
7.2.2	Ergebnisse der Parameterstudie und Analyse	146
7.2.3	Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Parameterstudie	158
7.3	Untersuchungen zu einer verbesserten konstruktiven Durchbildung	160
7.3.1	Ansatz	160
7.3.2	Ergebnisse der Modelle mit modifizierter Bewehrungsanordnung	162
<b>8</b>	<b>Ansätze zur Bemessung und konstruktiven Durchbildung</b>	<b>167</b>
8.1	Grundlagen	167

8.2	Lastflächenspannungen bei Erreichen der Grenztragfähigkeit	167
8.2.1	Ansatz	167
8.2.2	Ebene Fälle der Teilflächenbelastung	168
8.2.3	Räumliche Fälle	172
8.3	Resultierende Zugkräfte in der Spaltzugbewehrung	175
8.4	Konstruktive Durchbildung	178
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>181</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>185</b>

- Anhang A: Bestimmung der Spannungszustände in teilflächenbelasteten Scheiben auf Basis der Elastizitätstheorie nach IYENGAR
- Anhang B: Datenbank zu Versuchen an teilflächenbelasteten Betonbauteilen
- Anhang C: Parameter der numerischen Berechnungen zum Einfluss der Steifigkeitsabnahmen infolge der Rissbildung (Kapitel 5.4)
- Anhang D: Parameter der numerischen Berechnungen zur Modellierung des Betonverhaltens (Kapitel 6.3)
- Anhang E: Parameter der numerischen Berechnungen zur Modellierung des Verbundverhaltens zwischen Betonstahlbewehrung und Betonmatrix (Kapitel 6.5)
- Anhang F: Parameter der numerischen Berechnungen zur Kalibrierung und Verifizierung des Modells zum ebenen Fall (Kapitel 6.6)
- Anhang G: Parameter der numerischen Berechnungen zur Kalibrierung und Verifizierung des Modells für den räumlichen Fall (Kapitel 6.6)
- Anhang H: Parameter der numerischen Berechnungen zur Untersuchung unterschiedlicher konstruktiver Durchbildungen (Kapitel 7)